

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 411**

51 Int. Cl.:

B29C 53/60 (2006.01)

B29C 53/84 (2006.01)

B29C 70/86 (2006.01)

A63B 53/10 (2015.01)

B29C 70/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2016 PCT/EP2016/056053**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016 WO16150881**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2016 E 16710479 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019 EP 3271132**

54 Título: **Artículo deportivo compuesto reforzado con fibra y su método de fabricación**

30 Prioridad:

20.03.2015 EP 15160141

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

22.01.2020

73 Titular/es:

**NORTH THIN PLY TECHNOLOGY SARL (100.0%)
Chemin du Closel 3
1020 Renens, CH**

72 Inventor/es:

**MORDASINI, FRANÇOIS;
GAUTIER, GÉRARD y
SMITH, WAYNE**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 738 411 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Artículo deportivo compuesto reforzado con fibra y su método de fabricación

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un artículo deportivo incluyendo una varilla tubular alargada compuesta de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra. La presente invención también se refiere a un método para fabricar tal varilla tubular alargada compuesta de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra.

Antecedentes de la invención

En general, un tubo compuesto se produce con un método en el que se enrolla material de prepreg de manera superpuesta alrededor de un mandril metálico, a continuación se aplica presión con un sistema de compactación sobre esta estructura compuesta, luego se consolida la matriz de resina termoestable y/o termoplástica, y posteriormente se saca el mandril del producto. El material de prepreg se usa ampliamente en la fabricación de piezas y estructuras compuestas. El material de prepreg es una combinación de matriz de resina termoestable y/o termoplástica y refuerzo de fibra. Las fibras de material de prepreg son fibras continuas que se extienden paralelas una a otra. Se crea una preforma apilando capas individuales de cinta unidireccional opcionalmente con diferentes tipos de fibra, diferente matriz de resina y/o diferente peso de capa, de modo que las capas de la preforma contienen fibras que se extienden en direcciones diferentes.

Para mejorar el rendimiento del tubo compuesto cuando se somete a cargas específicas de su uso, la porción principal de las fibras de refuerzo de la preforma deberá orientarse con el fin de mejorar el rendimiento del tubo. Sin embargo, los métodos de fabricación actuales no permiten lograr tal resultado a un nivel de calidad alto y sin impactar negativamente en la homogeneidad del tubo. En particular, tales tubos compuestos se hacen generalmente mediante un proceso de enrollamiento. El enrollamiento consta de preformas de enrollamiento o capas individuales de material de prepreg que tienen la misma longitud que el tubo y una anchura correspondiente a un cierto número de revoluciones alrededor del mandril. Así, el inicio y el fin de cada preforma o capa enrollada da lugar a un defecto del tubo. Además, este proceso de enrollamiento puede requerir varios pasos para lograr el grosor total requerido y la calidad del tubo depende del conocimiento y de la experiencia del operador.

Es conocido fabricar artículos deportivos tales como varillas de palo de golf, cañas de pescar, raquetas, etc, de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra, en particular un material compuesto de fibra de carbono. Sin embargo, las varillas tubulares alargadas de material compuesto de fibra de carbono tienden a padecer el problema de exhibir propiedades no uniformes, en particular un grosor de pared no uniforme que da lugar a variaciones indeseadas de la rigidez a la flexión a lo largo de la varilla y cuando la fuerza de flexión es aplicada en orientaciones rotacionales diferentes alrededor del eje de la varilla. USA-4000896 describe un artículo deportivo incluyendo una varilla tubular alargada compuesta de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra, y un método de fabricar una varilla tubular alargada compuesta de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra.

US-A-2004/092329 describe una varilla hueca de palo de golf incluyendo una capa de cubierta metálica, una capa de amortiguamiento de vibración incluyendo un material viscoelástico y una capa núcleo. Un mandril cubierto con ampolla está enrollado con fibras de refuerzo impregnadas con resina para formar la capa núcleo. Típicamente, los prepregs se tienden o colocan sobre el mandril, de modo que las fibras unidireccionales estén alineadas a 0° al eje longitudinal de la varilla. Capas de prepregs que tienen ángulos de alineación de fibra de aproximadamente 30° a aproximadamente 150° con relación al eje de la varilla se usan preferiblemente para proporcionar rigidez torsional adicional, en particular a zonas críticas tales como la porción de punta. El material viscoelástico puede ser pulverizado por rotación sobre la superficie interior de la capa de cubierta.

US-A-5256230 describe el enrollamiento helicoidal de múltiples trenzas sobre un mandril para formar un tubo.

Por lo tanto, la finalidad de la presente invención es superar al menos parcialmente este problema de las varillas conocidas y proporcionar un artículo deportivo mejorado incluyendo una varilla tubular alargada compuesta de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra y un método de fabricación, en particular en el que la varilla tubular alargada puede exhibir propiedades de flexión constantes proporcionando una varilla tubular que tiene una estructura de pared altamente concéntrica, con un grosor de pared uniformemente controlado alrededor del eje de la varilla y un control exacto de la alineación de fibra alrededor del eje de la varilla.

Resumen de la invención

La presente invención proporciona un artículo deportivo según la reivindicación 1.

Características preferidas del artículo deportivo se definen en las reivindicaciones dependientes 2 a 8 y 16.

La presente invención también proporciona un método de fabricar una varilla tubular alargada compuesta de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra, siendo el método según la reivindicación 9.

5 Características preferidas del método se definen en las reivindicaciones dependientes 10 a 16.

Las realizaciones preferidas de la presente invención pueden proporcionar una varilla tubular alargada para uso en un artículo deportivo que puede tener capas de carbono altamente concéntricas para proporcionar una varilla simétrica sin lomo. La varilla puede exhibir un comportamiento de flexión y par altamente homogéneo como resultado de un muy alto grado de alineación de fibra y uniformidad de grosor alrededor de la varilla. Fibras de carbono están alineadas longitudinalmente a lo largo de la varilla para proporcionar rigidez a la flexión, pero dado que las fibras de carbono alineadas longitudinalmente son discontinuas, es decir, se extienden solamente a lo largo de una porción de la varilla como resultado del enrollamiento helicoidal de las capas fibrosas para formar la varilla tubular hueca, hay una rigidez a la flexión de uniformidad muy alta alrededor de la varilla y también la rigidez a la flexión puede variarse de forma exacta y predecible a lo largo de la longitud de la varilla sin reducir la homogeneidad rotacional alrededor de la varilla. El ángulo de enrollamiento puede ser controlado para proporcionar una forma cónica alargada perfecta para la varilla, con un grosor de pared altamente uniforme alrededor de la varilla. Esto puede proporcionar una rigidez a la flexión longitudinal altamente uniforme cuando se comprueba a diferentes ángulos de rotación alrededor del eje longitudinal de la varilla, teniendo, por ejemplo, una variación de menos de $\pm 0,5\%$ en cualquier ángulo medido dentro del rango de 360 grados alrededor de la varilla. El solapamiento de enrollamiento puede ser fácilmente controlado para variar la rigidez a lo largo de la varilla. La estructura de fibra longitudinal discontinua también puede proporcionar, con control del ángulo de enrollamiento y/o el solapamiento, una transición muy suave del grosor de pared de laminado relativamente grueso a relativamente fino en los extremos opuestos de la varilla. Tales variaciones suaves del grosor son especialmente deseables en varillas de palos de golf para proporcionar propiedades mecánicas uniformemente predecibles a lo largo y alrededor de la varilla. Las fibras estructurales helicoidales y longitudinales proporcionan una construcción de fibra biaxial a lo largo de la varilla para controlar la rigidez torsional de la varilla.

El método de fabricar la varilla tubular alargada en el artículo deportivo de la presente invención permite aplicar múltiples capas de material de prepreg al mismo tiempo de tal manera que la proporción de fibras unidireccionales que están orientadas en la dirección de realización es más grande que la proporción de fibras unidireccionales que están oblicuamente orientadas con relación a dicha dirección de realización. Además, el método de la presente invención permite controlar la presencia de solapamientos, no solapamientos o intervalos entre las vueltas adyacentes del enrollamiento, mejorando así la calidad del tubo. Este método también permite una reducción de los costos de fabricación.

Este método también permite la producción de tubos de forma continua con diferentes mandriles dispuestos siguiendo uno a otro en una secuencia que conduce a la mejora de la tasa de producción.

40 El enrollamiento de una preforma con este método controla la tensión en la preforma con el fin de obtener una mejor homogeneidad y facilitar la mejor calidad de tubos gruesos.

Finalmente, este método confiere coherencia a las propiedades del tubo porque permite un mayor control de la orientación de las fibras en el caso de tubos ahusados y/o de sección de forma arbitraria con el ajuste de la forma de la preforma y/o el ángulo aplicado de la preforma después de dos aplicaciones de preformas en el tubo.

Breve descripción de los dibujos

50 Otras características y ventajas de la presente invención serán más claras por la descripción detallada de varias realizaciones de la invención que se ilustran en los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 es una representación diagramática de una preforma que es adecuada para uso para producir el artículo deportivo de una realización de la presente invención.

55 Las figuras 2a y 2b son vistas esquemáticas que ilustran un aparato que es adecuado para uso al producir el artículo deportivo de una realización de la presente invención.

La figura 3a es una vista similar a la figura 2b que ilustra la disposición de preformas unidas a tope de un tubo para producir el artículo deportivo de una realización de la presente invención.

60 La figura 3b es una vista similar a la figura 3a que ilustra la disposición de preformas solapadas de un tubo para producir el artículo deportivo de una realización de la presente invención.

65 La figura 3c es una vista similar a la figura 3a que ilustra la disposición de preformas espaciadas de un tubo para producir el artículo deportivo de una realización de la presente invención.

Las figuras 4a y 4b ilustran un aparato alternativo que es adecuado para uso para producir el artículo deportivo de una realización de la presente invención.

5 Las figuras 5a, 5b y 5c son vistas estructurales esquemáticas que ilustran otro aparato alternativo que es adecuado para uso al producir el artículo deportivo de una realización de la presente invención.

Las figuras 6a, 6b, 7a, 7b, 8a, 8b y 9a, 9b ilustran varios ejemplos específicos de tubos que se pueden formar para producir el artículo deportivo de una realización de la presente invención.

10 Las figuras 10a, 10b, 10c y 10d ilustran varios pasos sucesivos de un método para producir el artículo deportivo de una realización de la presente invención.

15 Las figuras 10a, 10b, 10c y 10d ilustran varios pasos sucesivos de un método para producir el artículo deportivo de una realización de la presente invención.

La figura 11 ilustra una vista lateral de un tubo compuesto fabricado según una realización de la presente invención que incluye una varilla tubular alargada de un artículo deportivo tal como una varilla de palo de golf.

20 La figura 12 es una sección transversal ampliada de una porción de pared de la varilla tubular alargada de la figura 11.

La figura 13 es otra sección transversal de la varilla tubular alargada de la figura 11.

25 La figura 14 es una vista en perspectiva despiezada de una cinta de preforma para formar una capa fibrosa en la varilla tubular alargada de la figura 11.

Y la figura 15 es un palo de golf que incorpora la varilla tubular alargada de la figura 11.

Descripción detallada de realizaciones de la invención

30 La figura 1 ilustra una preforma ejemplar de tres capas 10 adecuada para uso en un método de producir el artículo deportivo de una realización de la presente invención. Esta preforma 10 incluye una primera capa 12, una segunda capa 14 y una tercera capa 16, incluyendo cada una de dichas capas primera, segunda y tercera una matriz de resina termoestable y/o termoplástica y fibras. En la realización representada, las fibras en la primera capa 12 están orientadas en la dirección de 0°. Las fibras en la segunda capa 14 están orientadas en la dirección de 45°. Las fibras en la tercera capa 16 están orientadas en la dirección de 90°.

35 Además, cada capa tiene su propio grosor de capa y propiedades mecánicas. En el ejemplo, el grosor de capa de las capas primera y tercera es menor que el grosor de capa de la segunda capa.

40 Aunque la realización ilustrada de la preforma de la figura 1 es una preforma de tres capas, y las figuras 1 a 10 posteriores describen el uso de dicha preforma de tres capas para formar un tubo alargado, otras realizaciones de la presente invención emplean una preforma de dos capas, que se usa para formar una varilla tubular como se describe más adelante. La realización preferida de una preforma para la fabricación de un artículo deportivo tal como una varilla de palo de golf es una preforma de dos capas, incluyendo la varilla un laminado de dos preformas de dos capas para formar una estructura multilaminar de cuatro capas. En la preforma de dos capas, como se describe más adelante con referencia a la cinta de preforma, en forma de una cinta de prepreg, de la figura 14, una primera capa 206 incluye fibras orientadas paralelas 104 que están orientadas en una primera dirección y, después del enrollamiento helicoidal como se describe más adelante, están orientadas de forma sustancialmente longitudinal a lo largo de la varilla, y una segunda capa adyacente 208 incluye fibras orientadas paralelas 204 que están orientadas en una segunda dirección y, después del enrollamiento helicoidal como se describe más adelante, están orientadas helicoidalmente alrededor de la varilla.

55 Las figuras 2a y 2b ilustran un ejemplo de los pasos de enrollamiento sucesivos del método según una realización de la presente invención. La preforma 10 se enrolla en primer lugar alrededor de un mandril tubular 20 de modo que la tercera capa 16 esté orientada hacia dicho mandril 20, definiendo la dirección D de la primera capa 12 un ángulo α con respecto al eje del mandril X, que es sustancialmente igual a -45° en el ejemplo. Así configuradas, las fibras unidireccionales de la segunda capa 14 están sustancialmente alineadas con dicha dirección axial X. El mandril 20 puede girar ventajosamente alrededor de su propio eje X. Ventajosamente, la preforma 10 puede enrollarse helicoidalmente alrededor del mandril 20. Cada vuelta de la preforma alrededor del mandril 20 puede solapar y/o ser cubierta parcialmente por otra vuelta de la misma, o puede estar contigua a sus vueltas adyacentes, o puede estar separada por un intervalo de sus vueltas adyacentes. La preforma 10 es movida en la dirección D1 hasta que llega a aproximadamente un extremo izquierdo 21 del mandril 20. A continuación, la preforma 10 se invierte o cambia de manera que tenga la capa 12 orientada a 45°. La preforma 10 se mueve lateralmente en la dirección opuesta con el fin de permitir el enrollamiento helicoidal de la preforma 10 alrededor del mandril 20 desde su extremo izquierdo 21 a su extremo derecho 23. Durante esta operación de enrollamiento, la primera capa 12 es aplicada al mandril 20 y la

dirección D de dicha primera capa define un ángulo α con respecto al eje X del mandril, de tal manera que la orientación de las fibras en una capa de la preforma 10 permite mejorar el rendimiento específico del tubo. En la realización representada, el ángulo α es sustancialmente igual a $+45^\circ$. Así configuradas, las fibras de la segunda capa 14 están sustancialmente alineadas con dicha dirección axial X, mejorando así el rendimiento del tubo cuando se somete a cargas longitudinales. Simultánea o posteriormente, se aplica una tira de plástico que imparte presión de compactación 11. Entonces, la estructura formada por la preforma 10 es consolidada con la reticulación de la matriz de resina.

El método de producir el artículo deportivo de una realización de la presente invención no se limita a la realización detallada anterior. En particular, en otras realizaciones (no representadas) de la presente invención, el mandril puede ser cónico y/o definir al menos parcialmente una porción de un toro y/o tener una sección no redonda. Además, la preforma puede tener un diseño alternativo. En particular, una preforma trapezoidal o ahusada puede usarse ventajosamente cuando el mandril es cónico cuando se desea evitar un solapamiento creciente de las vueltas cuando la preforma se desplaza hacia el extremo del mandril que tiene el diámetro más pequeño, lo que da lugar a un grosor creciente de la pared de la estructura compuesta, o cuando se desea un tubo que tenga ángulos variables a lo largo de su longitud. El número de preformas enrolladas alrededor del mandril también puede ser superior a uno. Además, el número de capas de dicha preforma puede ser tres o más y la orientación de las fibras de dichas capas con relación a la dirección principal de la preforma puede ser cualquier ángulo adecuado para mejorar el rendimiento de la estructura compuesta. En cualquier caso, los parámetros del método de la presente invención deberán elegirse con el fin de formar una estructura compuesta reforzada con fibra, en el que la proporción de fibras unidireccionales que tienen una dirección beneficiosa para el rendimiento principal de la estructura compuesta es más grande que la proporción de fibras unidireccionales oblicuamente orientadas con relación a dicha dirección.

Como se ilustra en la figura 3a, la preforma 10 puede enrollarse ventajosamente alrededor del mandril 20 de tal manera que cada vuelta de la preforma 10 alrededor del mandril 20 sea contigua a otra vuelta adyacente de la misma.

Alternativamente, como se ilustra en la figura 3b, la preforma 10 también puede enrollarse alrededor del mandril 20 de tal manera que cada vuelta de la preforma 10 alrededor del mandril 20 cubra al menos parcialmente y/o sea cubierta al menos parcialmente por otra vuelta de la misma. La preforma 10 también puede enrollarse alrededor del mandril 20 de tal manera que cada vuelta de la preforma 10 alrededor del mandril 20 esté espaciada de la otra vuelta de la misma, como se ilustra en la figura 3c.

Las figuras 4a y 4b ilustran el enrollamiento helicoidal hacia delante y hacia atrás de una preforma 10 alrededor de un mandril 20 por medio de un aparato alternativo. Tal operación incluye un primer paso que consiste en desplazar el mandril 20 en la dirección axial D1, sin girarlo, y, simultáneamente, girando hacia la derecha alrededor de dicha dirección axial un rollo 22, del que se dispensa la preforma 10. El rollo 22 se mueve a lo largo de una guía circular 24 que está centrada en dicho eje de mandril, dando lugar así al enrollamiento helicoidal de la cinta 10 desde una zona de extremo izquierdo R1 del mandril 20 a una zona de extremo derecho R2 del mismo. Durante esta pasada de izquierda a derecha, el rollo 22 se orienta en un ángulo β con relación al plano P definido por la guía circular 24 de modo que el enrollamiento helicoidal se realiza en un ángulo α con respecto a la dirección D1. En un segundo paso, correspondiente a una pasada de derecha a izquierda, la orientación del rollo 22 con relación a la guía circular 24 se modifica de manera que sea en un ángulo $-\beta$ con relación al plano P. Entonces, el mandril 20 se mueve en la dirección D2 contraria a D1 y, simultáneamente, se mantiene la rotación hacia la derecha del rollo 22. El enrollamiento helicoidal de vuelta se realiza así en un ángulo $-\alpha$ con respecto a la dirección axial.

Las figuras 5a, 5b y 5c ilustran otro aparato alternativo que permite la operación de enrollamiento de dos preformas 10a, 10b y de una cinta de compactación 11 alrededor de un mandril 20. En este ejemplo, el mandril 20 es soportado por varios elementos en forma de horquilla 25 adaptados para guiar el mandril durante su desplazamiento a lo largo de una dirección axial D2. El aparato incluye respectivamente un rollo 22a alrededor del que está enrollada la preforma 10a, un rollo 22b alrededor del que está enrollada la preforma 10b y un rollo 22c alrededor del que está enrollada la cinta de compactación 11, moviéndose dicho rollo 22a en una dirección hacia la izquierda a lo largo de una guía circular 24a, moviéndose dicho rollo 22b en una dirección hacia la derecha a lo largo de una guía circular 24b y moviéndose dicho rollo 22c en una dirección hacia la derecha o hacia la izquierda a lo largo de una guía circular 24c. Cada guía circular está fijada en una posición perpendicular al eje del mandril. En esta alternativa, múltiples mandriles están dispuestos de manera que sigan uno a otro en una secuencia. Los mandriles se enrollan entonces de forma continua uno después de otro sin parada entre la producción de cada pieza, incrementando así la tasa de producción.

Las figuras 6a, 7a, 8a y 9a ilustran varios ejemplos de un tubo compuesto que se puede hacer para producir el artículo deportivo de una realización de la presente invención. No se deberá interpretar que estos ejemplos limitan el alcance de la invención de ninguna forma.

En el ejemplo representado en la figura 6a, el mandril 100 soporta múltiples enrollamientos de una preforma 110 ilustrada en la figura 7b. Esta preforma 110 incluye tres capas, una primera capa que tiene fibras orientadas a 0° con

relación a la dirección longitudinal D definida por la preforma 110, una segunda capa que tiene fibras orientadas a -45° con relación a dicha dirección longitudinal D y una tercera capa que tiene fibras orientadas a -90° con relación a dicha dirección longitudinal D. La preforma 110 se enrolla en el mandril 100 de tal manera que su dirección longitudinal D esté orientada a 45° con relación a una dirección axial X definida por el mandril 100. Por lo tanto, las fibras de la segunda capa son paralelas a la dirección axial X y las fibras de las capas primera y tercera están orientadas respectivamente a 45° y -45° con relación a dicha dirección axial X. Así configurado, el tubo formado por los enrollamientos de la preforma 110 tiene un rendimiento mejorado cuando se somete a cargas de curvado y torsión. La relación entre el rendimiento de curvado y el rendimiento de torsión depende del grosor y de las propiedades de cada capa.

En el ejemplo representado en la figura 7a, el mandril 200 soporta múltiples enrollamientos de una preforma 210 ilustrada en la figura 7b. Esta preforma 210 incluye dos capas, una primera capa que tiene fibras orientadas a 45° con relación a la dirección longitudinal D definida por la preforma 210 y una segunda capa que tiene fibras orientadas a -45° con relación a dicha dirección longitudinal D. La preforma 210 se enrolla en el mandril 200 de tal manera que su dirección longitudinal D esté orientada a 45° con relación a una dirección axial X definida por el mandril 200. Por lo tanto, las fibras de la segunda capa son paralelas a la dirección axial X y las fibras de la primera capa están orientadas a 90° con relación a dicha dirección axial X. Así configurado, el tubo formado por los enrollamientos de la preforma 210 tiene un rendimiento mejorado cuando se somete a cargas de curvado o compresión radial.

En el ejemplo representado en la figura 8a, el mandril 300 soporta múltiples enrollamientos de una preforma 310 ilustrada en la figura 8b. Esta preforma 310 incluye dos capas, una primera capa que tiene fibras orientadas a 5° con relación a la dirección longitudinal D definida por la preforma 310 y una segunda capa que tiene fibras orientadas a -85° con relación a dicha dirección longitudinal D. La preforma 310 se enrolla en el mandril 300 de tal manera que su dirección longitudinal D esté orientada a 85° con relación a una dirección axial X definida por el mandril 300. Por lo tanto, las fibras de la segunda capa son paralelas a la dirección axial X y las fibras de la primera capa están orientadas a 90° con relación a dicha dirección axial X. Así configurado, el tubo formado por los enrollamientos de la preforma 310 tiene un rendimiento mejorado cuando se somete a cargas de presión interna.

En el ejemplo según la descripción representada en la figura 9a, el mandril 400 soporta múltiples enrollamientos de una preforma 410 ilustrada en la figura 9b. Esta preforma 410 incluye dos capas, una primera capa que tiene fibras orientadas a 0° con relación a la dirección longitudinal D definida por la preforma 410 y una segunda capa que tiene fibras orientadas a 90° con relación a dicha dirección longitudinal D. La preforma 410 se enrolla en el mandril 400 de tal manera que su dirección longitudinal D esté orientada a 45° con relación a una dirección axial X definida por el mandril 400. Por lo tanto, las fibras de las capas primera y segunda están orientadas respectivamente a 45° y -45° con relación a dicha dirección axial X. Así configurado, el tubo formado por los enrollamientos de la preforma 410 tiene un rendimiento mejorado cuando se somete a cargas de torsión.

Las figuras 10a, 10b, 10c y 10d ilustran varios pasos sucesivos de un método para producir el artículo deportivo de una realización de la presente invención cuando hay que hacer un tubo compuesto que tiene una forma toroidal.

El primer paso, representado en la figura 10a, consiste en cubrir parcialmente la periferia de un mandril 500 con una ampolla de plástico o silicona 501.

El segundo paso, representado en la figura 10b, consiste en enrollar helicoidalmente una preforma 510 alrededor de dicho mandril cubierto, como se ha descrito anteriormente.

El tercer paso, representado en la figura 10c, consiste en separar del mandril 500 el conjunto formado por la preforma 510 enrollada alrededor de la ampolla 501.

El cuarto paso, representado en la figura 10d, consiste en curvar dicho conjunto de ampolla-preforma con el fin de formar y, posteriormente, colocar dicho conjunto en un molde cerrado, antes de su consolidación. Durante la consolidación, se aplica presión dentro de la ampolla con el fin de presionar la preforma contra las paredes internas del molde.

Debido al enrollamiento helicoidal de la preforma alrededor de la ampolla, se evitan los esfuerzos y/o los pliegues de la preforma durante el curvado de la preforma dado que las varias partes de la preforma deslizan una en otra.

El tubo compuesto fabricado según cualquiera de las realizaciones precedentes puede incluir, en algunas realizaciones, un artículo deportivo incluyendo una varilla tubular alargada compuesta de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra, que incluye preferiblemente fibras de carbono. En particular, el artículo deportivo puede ser una varilla para un palo de golf.

Una realización particular de tal varilla para un palo de golf se describe a continuación con referencia a las figuras 11 a 15.

Con referencia a las figuras 11 a 13, que para claridad de la ilustración no están a escala, exagerándose la anchura y el grosor, la varilla tubular alargada 100 tiene una dirección longitudinal L y la varilla incluye al menos dos capas fibrosas 102, 103, cada una de las cuales está enrollada helicoidalmente alrededor de una dirección de enrollamiento W que se extiende a lo largo de la dirección longitudinal L para formar la varilla tubular alargada 100 que es multilaminar. En la figura 11, la capa fibrosa exterior 102 se representa en negrita y la capa fibrosa interior 103, adyacente a y cubierta por la capa fibrosa exterior 102, se representa en transparencia con líneas de trazos. Cada capa fibrosa incluye un prepreg, en particular fibras, por ejemplo, fibras de carbono, impregnadas con una resina, tal como una resina termoestable, por ejemplo, resina epoxi. Las dimensiones de la fibra y la empaquetadura de la fibra dentro del prepreg pueden ser cualesquiera valores adecuados, como conocen los expertos en la técnica. Tales prepregs de fibra de carbono/resina epoxi son conocidos en la técnica y se pueden adquirir en el mercado de diferentes fabricantes de prepregs.

Cada capa fibrosa 102, 103 incluye múltiples fibras estructurales orientadas 104 que están sustancialmente alineadas a lo largo de la dirección longitudinal de manera que estén orientadas dentro de $\pm 10^\circ$ de la dirección longitudinal L. Típicamente, las fibras estructurales orientadas 104 están sustancialmente alineadas a lo largo de la dirección longitudinal L de manera que estén orientadas dentro de $\pm 5^\circ$, opcionalmente $\pm 2^\circ$, de la dirección longitudinal L.

La varilla 100 incluye múltiples capas fibrosas 102, 103 que están enrolladas helicoidalmente alrededor de la dirección de enrollamiento W para formar la varilla tubular alargada multilaminar 100. En esta realización, al menos dos de las capas fibrosas 102, 103 están enrolladas helicoidalmente alrededor de direcciones helicoidales rotacionales opuestas H y H', opcionalmente a ángulos de enrollamiento helicoidal iguales y opuestos α y α' . Típicamente, capas fibrosas alternas 102, 103 se enrollan helicoidalmente alrededor de direcciones helicoidales rotacionales opuestas H y H', opcionalmente a ángulos de enrollamiento helicoidal iguales y opuestos α y α' .

El enrollamiento helicoidal es a lo largo de una dirección helicoidal H, H' que está a un ángulo de 5 a 45 grados, opcionalmente de 10 a 35 grados, más opcionalmente de 15 a 25 grados, más opcionalmente a aproximadamente 20 grados, a un plano perpendicular a la dirección longitudinal L. Típicamente, el ángulo de la dirección helicoidal H, H' es constante a lo largo de la longitud de la varilla tubular alargada 100.

La o cada capa fibrosa 102, 103 incluye múltiples fibras estructurales orientadas 104 que están sustancialmente alineadas a lo largo de la dirección longitudinal L. Las fibras estructurales orientadas 104 tienen una longitud d, a lo largo de la dirección longitudinal, menor que la longitud D de la varilla tubular alargada 100 para formar por ello fibras estructurales discontinuas 104 orientadas en serie a lo largo de la varilla tubular alargada 100. Típicamente, la varilla tubular alargada 100 tiene una longitud D de 300 a 1500 mm.

En las realizaciones preferidas, las fibras estructurales 104 están alineadas de forma discontinua a lo largo de la dirección longitudinal L a lo largo de sustancialmente toda la longitud D de la varilla tubular alargada 100. Preferiblemente, todas las fibras 104 en la varilla tubular alargada 100 que están alineadas a lo largo de la dirección longitudinal L son fibras discontinuas 104, cada una de las cuales se extiende respectivamente a lo largo de solamente una porción de la varilla tubular alargada 100. Típicamente, las fibras estructurales 104 tienen una longitud d, a lo largo de la dirección longitudinal L, de 20 a 100 mm. Las fibras estructurales 104 están alineadas de forma discontinua a lo largo de la dirección longitudinal L a lo largo de sustancialmente toda la longitud D de la varilla tubular alargada 100.

En las realizaciones preferidas, todas las fibras estructurales en la varilla tubular alargada 100 son fibras discontinuas, cada una de las cuales se extiende respectivamente a lo largo de solamente una porción de la varilla tubular alargada 100.

Al menos dos de las capas fibrosas 102, 103, opcionalmente todas las capas fibrosas, también incluyen respectivamente múltiples fibras estructurales helicoidales 204, representadas en la figura 12, que están enrolladas helicoidalmente alrededor de la dirección longitudinal L. Las fibras estructurales helicoidales 204 tienen una longitud en la dirección longitudinal L menor que la longitud de la varilla tubular alargada 100 para formar fibras estructurales helicoidales discontinuas 204 orientadas en serie a lo largo de la varilla tubular alargada 100.

Típicamente, como se representa en particular en las figuras 12 y 14, cada una de las capas fibrosas 102, 103 incluye respectivamente capas adyacentes primera y segunda 206, 208, incluyendo la primera capa 206 las fibras estructurales orientadas de forma sustancialmente longitudinal 104 de la respectiva capa fibrosa 102, 103 e incluyendo la segunda capa 208 las fibras estructurales helicoidales 204 de la respectiva capa fibrosa 102, 103. Estas capas adyacentes primera y segunda 206, 208 están en una cinta de preforma 207 como se representa en la figura 14.

Cada una de las capas fibrosas 102, 103 incluye típicamente, respectivamente, una cinta multicapa enrollada helicoidalmente 207 como se representa en forma plana en la figura 14, incluyendo las capas adyacentes primera y segunda 206, 208.

En otras realizaciones, hay más de dos capas fibrosas y cada capa fibrosa respectivamente incluye una cinta enrollada helicoidalmente incluyendo las capas adyacentes primera y segunda 206, 208. Muy típicamente, las fibras estructurales helicoidales 204 están enrolladas helicoidalmente alrededor de la dirección longitudinal L en un ángulo de 45 grados a la dirección longitudinal L.

Preferiblemente, la varilla 100 incluye de 40 a 80% en peso de las fibras estructurales orientadas de forma sustancialmente longitudinal 104 y de 20 a 60% en peso de las fibras estructurales helicoidales 204, muy preferiblemente fibras estructurales helicoidales 204 que están enrolladas helicoidalmente alrededor de la dirección longitudinal L en un ángulo de +/-45 grados a la dirección longitudinal L, siendo cada % en peso en base al peso total de las fibras estructurales 104, 204.

En la realización preferida, la varilla tubular alargada 100 incluye un número par de capas primera y segunda 206, 208 de múltiples capas fibrosas 102, 103 secuencialmente enrolladas helicoidalmente en direcciones rotacionales opuestas. Por ejemplo, la varilla tubular alargada 100 incluye dos capas fibrosas 102, 103 que han sido enrolladas helicoidalmente en direcciones rotacionales opuestas. Esto proporciona típicamente una estructura multicapa que tiene las siguientes orientaciones de capa con relación a la dirección longitudinal: 0° , $+45^\circ$, 0° , -45° , aunque, como se ha descrito anteriormente, se puede emplear ángulos alternativos de enrollamiento helicoidal.

Típicamente, la al menos única capa fibrosa 102, 103 está enrollada helicoidalmente con de 5 a 50 rotaciones alrededor de la dirección de enrollamiento W para formar la varilla tubular alargada 100.

La capa fibrosa 102, 103 está enrollada helicoidalmente alrededor de la dirección de enrollamiento W de modo que, como se representa en la figura 12, las fibras estructurales 104 de cada enrollamiento helicoidal 106 en la respectiva capa fibrosa 102, 103 se solapan al menos parcialmente con las fibras estructurales 104 de un enrollamiento helicoidal longitudinalmente adyacente 106'. Típicamente, las fibras estructurales 104 de cada enrollamiento 106 se solapan al menos parcialmente con de 5 a 90% de la longitud d de las fibras estructurales del enrollamiento longitudinalmente adyacente 106'.

El grado de solapamiento entre las fibras estructurales 104 de cada enrollamiento 106 puede variar a lo largo de la longitud de la varilla. Típicamente, el grado de solapamiento entre las fibras estructurales 104 de cada enrollamiento 106 aumenta sustancialmente de forma continua a lo largo de la longitud D de la varilla 100. El grado de solapamiento entre las fibras estructurales 104 de cada enrollamiento 106 puede aumentar de forma sustancialmente lineal a lo largo de la longitud D de la varilla 100. Cuando la varilla 100 es sustancialmente cónica, como se describe mejor más adelante, el grado de solapamiento disminuye con el diámetro creciente de la varilla sustancialmente cónica 100.

Típicamente, el enrollamiento helicoidal 106 tiene una anchura, ortogonal a la dirección helicoidal H, de 10 a 140 mm, opcionalmente de 15 a 50 mm, más opcionalmente de 25 a 35 mm, más opcionalmente de aproximadamente 30 mm. Esta anchura se obtiene empleando una anchura correspondiente de la cinta durante el proceso de fabricación como se ha descrito anteriormente, en el que la cinta se enrolla helicoidalmente alrededor de un mandril para formar la capa fibrosa. La anchura del enrollamiento helicoidal 106, ortogonal a la dirección helicoidal H, puede variar a lo largo de la longitud D de la varilla 100.

Como se representa en la figura 14, que representa una cinta 207 antes del enrollamiento para formar el enrollamiento helicoidal 106, típicamente, la anchura del enrollamiento helicoidal 106, ortogonal a la dirección helicoidal H, aumenta sustancialmente de forma continua, y opcionalmente de forma sustancialmente lineal, a lo largo de la longitud D de la varilla 100. Esto se logra variando la anchura de la cinta 207. Cuando la varilla 100 es cónica, como se describe mejor más adelante, la anchura de la cinta 207 y, en consecuencia, del enrollamiento helicoidal 106, aumenta con el diámetro creciente de la varilla cónica 100.

Como se representa esquemáticamente en la figura 13, donde las dimensiones de anchura de la varilla 100 se han exagerado para claridad de la ilustración, la varilla tubular alargada 100 tiene preferiblemente una superficie sustancialmente cónica alargada externa 108 y una superficie sustancialmente cónica alargada interna 110, incluyendo opcionalmente cada superficie sustancialmente cónica 108, 110 una serie de cónicas contiguas como resultado de los enrollamientos helicoidales en serie 106. La superficie sustancialmente cónica alargada externa 108 y la superficie sustancialmente cónica alargada interna 110 están inclinadas en diferentes ángulos de inclinación respectivos β y δ con relación a la dirección longitudinal L. El ángulo de inclinación β de la superficie cónica alargada externa 108 es menor que el ángulo de inclinación δ de la superficie cónica interna alargada 110, siendo cada ángulo de inclinación β , δ con relación a la dirección longitudinal L.

Consiguientemente, el grosor de pared T de la varilla tubular alargada 100 disminuye en combinación con el aumento del diámetro de la superficie cónica alargada externa 108 a lo largo de una longitud de la varilla tubular alargada 100. Típicamente, el grosor de pared T de la varilla tubular alargada 100 disminuye sustancialmente de forma continua, y preferiblemente de forma sustancialmente lineal, con el aumento del diámetro de la superficie cónica alargada externa 108 a lo largo de la longitud de la varilla tubular alargada 100.

5 Como resultado de la configuración de enrollamiento altamente uniforme de la capa fibrosa 102, 103 que forma la varilla 100, la varilla tubular alargada 100 tiene una rigidez a la flexión longitudinal que es sustancialmente uniforme medida en una dirección de medición ortogonal a la dirección longitudinal L en cualquier ángulo de rotación con relación a un eje coincidente con la dirección longitudinal L. Típicamente, la rigidez a la flexión longitudinal varía menos de $\pm 0,5\%$ medida en una dirección de medición ortogonal a la dirección longitudinal L en cualquier ángulo de rotación con relación a un eje coincidente con la dirección longitudinal L.

10 La varilla tubular alargada 100 tiene típicamente un peso de 45 a 65 g. La varilla tubular alargada 100 también tiene típicamente una flexibilidad definida por una frecuencia de 230 a 300 ciclos por minuto cuando la varilla 100 es flexionada y luego liberada en una dirección de flexión ortogonal a la dirección longitudinal L en cualquier ángulo de rotación alrededor de un ángulo de 360 grados con relación a un eje coincidente con la dirección longitudinal L. Preferiblemente, la flexibilidad varía no más de 5 ciclos por minuto en cualquier ángulo de rotación alrededor del ángulo de 360 grados con relación al eje coincidente con la dirección longitudinal L. Típicamente, la varilla 100 tiene un movimiento angular bajo un par aplicado de 2 a 5 grados, midiéndose el movimiento angular aplicando 1,36 Nm (1 pie libra) de par a la varilla en un primer extremo de la varilla (típicamente la punta más fina) fijando al mismo tiempo un segundo extremo de la varilla (típicamente el extremo de tope más grueso).

20 Como se ha descrito anteriormente, en un aspecto especialmente preferido de la presente invención, la varilla tubular alargada 100 es una varilla de palo de golf 120, como se representa en la figura 15. Típicamente, la varilla de palo de golf 120 es cónica y se extiende entre un extremo de empuñadura 122 y un extremo de cabeza 124, siendo el diámetro de la varilla 120 más grande en el extremo de empuñadura 122 que en el extremo de cabeza 124. Además o alternativamente, el grosor de pared de la varilla 120 es más grande en el extremo de cabeza 124 que en el extremo de empuñadura 122.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo deportivo incluyendo una varilla tubular alargada (100) compuesta de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra, donde la varilla tubular alargada tiene una longitud (D) en una dirección longitudinal de la varilla (L) y la varilla (100) es multilaminar e incluye al menos dos capas fibrosas (102, 103), cada una de cuyas capas fibrosas (102, 103) está enrollada helicoidalmente alrededor de una dirección de enrollamiento (W) que se extiende a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L) para formar la varilla tubular alargada (100), donde cada capa fibrosa (102, 103) está enrollada helicoidalmente alrededor de la dirección de enrollamiento (W) de modo que las fibras estructurales (104) de cada enrollamiento helicoidal (106) se solapan al menos parcialmente con las fibras estructurales (104) de un enrollamiento helicoidal longitudinalmente adyacente (106') y el enrollamiento helicoidal (106, 106') tiene una anchura, ortogonal a una dirección helicoidal (H, H'), de 10 a 140 mm, donde cada capa fibrosa (102, 103) incluye múltiples fibras estructurales orientadas (104) que están sustancialmente alineadas a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L) de manera que estén orientadas dentro de +/- 10° de la dirección longitudinal de la varilla (L), teniendo las fibras estructurales orientadas (104) una longitud (d), a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L), menor que la longitud (D) de la varilla tubular alargada (100) para formar fibras estructurales discontinuas (104) orientadas en serie a lo largo de la dirección longitudinal (L) de la varilla tubular alargada (100).
2. El artículo deportivo según la reivindicación 1, donde las fibras estructurales (104) de cada enrollamiento (106) se solapan al menos parcialmente con de 5 a 90% de la longitud (d) de las fibras estructurales (104) del enrollamiento helicoidal longitudinalmente adyacente (106') y el grado de solapamiento entre las fibras estructurales (104) de cada enrollamiento helicoidal (106, 106') varía, aumentando opcionalmente de forma sustancialmente continua o aumentando de forma sustancialmente lineal, a lo largo de la longitud (D) de la varilla (100).
3. El artículo deportivo según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde la anchura del enrollamiento helicoidal (106, 106'), ortogonal a la dirección helicoidal (H, H'), varía, aumentando opcionalmente de forma sustancialmente continua o aumentando de forma sustancialmente lineal, a lo largo de la longitud (D) de la varilla (100).
4. El artículo deportivo según alguna de las reivindicaciones 1 a 3, donde la varilla tubular alargada (100) tiene una superficie sustancialmente cónica alargada externa (108) y una superficie sustancialmente cónica alargada interna (110), incluyendo opcionalmente cada superficie sustancialmente cónica (108, 110) una serie de cónicas contiguas, opcionalmente donde la superficie sustancialmente cónica alargada externa (108) y la superficie sustancialmente cónica alargada interna (110) están inclinadas en diferentes ángulos de inclinación respectivos (β , δ) con relación a la dirección longitudinal de la varilla (L), donde también opcionalmente el ángulo de inclinación (β) de la superficie sustancialmente cónica alargada externa (108) es menor que el ángulo de inclinación (δ) de la superficie sustancialmente cónica alargada interna (110), siendo cada ángulo de inclinación (β , δ) con relación a la dirección longitudinal de la varilla (L), por lo que el grosor de pared (T) de la varilla tubular alargada (100) disminuye en combinación con un aumento del diámetro de la superficie cónica alargada externa (108) a lo largo de la longitud (D) de la varilla tubular alargada (100), donde también opcionalmente el grosor de pared (T) de la varilla tubular alargada (100) disminuye sustancialmente de forma continua con el aumento del diámetro de la superficie cónica alargada externa (108) a lo largo de la longitud (D) de la varilla tubular alargada (100), donde también opcionalmente el grosor de pared (T) de la varilla tubular alargada (100) disminuye de forma sustancialmente lineal con el aumento del diámetro de la superficie cónica alargada externa (108) a lo largo de la longitud (D) de la varilla tubular alargada (100).
5. El artículo deportivo según alguna de las reivindicaciones 1 a 4, donde
- (i) la varilla tubular alargada (100) tiene una rigidez a la flexión longitudinal que es sustancialmente uniforme medida en una dirección de medición ortogonal a la dirección longitudinal de la varilla (L) en cualquier ángulo de rotación con relación a un eje coincidente con la dirección longitudinal de la varilla (L), opcionalmente donde la rigidez a la flexión longitudinal varía menos de +/-0,5% medida en una dirección de medición ortogonal a la dirección longitudinal de la varilla (L) en cualquier ángulo de rotación con relación a un eje coincidente con la dirección longitudinal de la varilla (L),
- y/o
- (ii) la varilla (100) tiene un peso de 45 a 65 g, una frecuencia de 230 a 300 ciclos por minuto cuando la varilla (100) es flexionada y luego liberada en una dirección de flexión ortogonal a la dirección longitudinal de la varilla (L) en cualquier ángulo de rotación alrededor de un ángulo de 360 grados con relación a un eje coincidente con la dirección longitudinal de la varilla (L), opcionalmente donde la frecuencia varía no más de 5 ciclos por minuto en cualquier ángulo de rotación alrededor del ángulo de 360 grados con relación al eje coincidente con la dirección longitudinal de

la varilla (L), donde también opcionalmente la varilla (100) tiene un movimiento angular de 2 a 5 grados, midiéndose el movimiento angular aplicando 1,36 Nm (1 pie libra) de par a la varilla (100) en un primer extremo de la varilla (100) fijando al mismo tiempo un segundo extremo de la varilla (100).

5 6. El artículo deportivo según alguna de las reivindicaciones 1 a 5, donde las fibras estructurales (104) están alineadas de forma discontinua a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L) a lo largo de sustancialmente toda la longitud (D) de la varilla tubular alargada (100) y todas las fibras estructurales (104) en la varilla tubular
10 alargada (100) que están alineadas a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L) son fibras discontinuas (104) cada una de las cuales se extiende respectivamente a lo largo de solamente una porción de la varilla tubular
alargada (100), opcionalmente donde las fibras estructurales (104) que están alineadas a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L) tienen una longitud (d), a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L), de 20 a 100 mm.

15 7. El artículo deportivo según alguna de las reivindicaciones 1 a 6, donde cada una de al menos dos de las capas fibrosas (102, 103) respectivamente incluye además múltiples fibras estructurales helicoidales (204) que están enrolladas helicoidalmente alrededor de la dirección longitudinal de la varilla (L), teniendo las fibras estructurales helicoidales (204) una longitud en la dirección longitudinal de la varilla (L) menor que la longitud (D) de la varilla tubular alargada (100) para formar fibras estructurales helicoidales discontinuas (204) orientadas en serie a lo largo de la varilla tubular alargada (100), opcionalmente

20 (i) donde al menos cada una de dos de las capas fibrosas (102, 103) respectivamente incluye capas adyacentes primera y segunda (206, 208), incluyendo la primera capa (206) las fibras estructurales orientadas de forma sustancialmente longitudinal (104) de la respectiva capa fibrosa (102, 103) e incluyendo la segunda capa (208) las fibras estructurales helicoidales (204) de la respectiva capa fibrosa (102, 103), incluyendo también opcionalmente
25 cada una de las al menos dos capas fibrosas respectivamente una cinta enrollada helicoidalmente (207) que incluye las capas adyacentes primera y segunda (206, 208),

y/o

30 (ii) donde la varilla (100) incluye de 40 a 80% en peso de las fibras estructurales orientadas de forma sustancialmente longitudinal (104) y de 20 a 60% en peso de las fibras estructurales helicoidales (204), estando opcionalmente las fibras estructurales helicoidales (100) enrolladas helicoidalmente alrededor de la dirección longitudinal de la varilla (L) en un ángulo de +/- 45 grados a la dirección longitudinal de la varilla (L), siendo cada %
35 en peso en base al peso total de las fibras estructurales (104, 204).

40 8. El artículo deportivo según alguna de las reivindicaciones 1 a 7, donde la varilla tubular alargada (100) es una varilla de palo de golf (120) y la varilla (120) es sustancialmente cónica y se extiende entre un extremo de empuñadura (122) y un extremo de cabeza (124), donde el diámetro de la varilla (120) es más grande en el extremo de empuñadura (122) que en el extremo de cabeza (124) y/o el grosor de pared de la varilla (120) es más grande en el extremo de cabeza (124) que en el extremo de empuñadura (122).

45 9. Un método de fabricar una varilla tubular alargada (100) compuesta de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra, siendo adecuado la varilla tubular (100) para fabricar un artículo deportivo, incluyendo el método los pasos de:

a) proporcionar una primera capa fibrosa (102) incluyendo un prepreg;

50 b) enrollar helicoidalmente la primera capa fibrosa de prepeg (102) alrededor de una dirección de enrollamiento (W) que se extiende a lo largo de una dirección longitudinal de la varilla (L) para formar un tubo alargado, incluyendo la primera capa fibrosa (102) múltiples fibras estructurales orientadas (104) que están sustancialmente alineadas a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L) de manera que estén orientadas dentro de +/- 10° de la dirección longitudinal de la varilla (L), teniendo las fibras estructurales orientadas (104) una longitud (d), a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L), menor que la longitud (D) del tubo alargado para formar fibras estructurales discontinuas (104) orientadas en serie a lo largo del tubo alargado;

55 c) proporcionar una segunda capa fibrosa (103) incluyendo un prepreg;

60 d) enrollar helicoidalmente la segunda capa fibrosa (103) sobre la primera capa fibrosa (102), enrollándose la segunda capa fibrosa (103) alrededor de la dirección de enrollamiento (W) que se extiende a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L) para obtener el tubo alargado con una pared alargada tubular multilaminar, incluyendo la segunda capa fibrosa (103) múltiples fibras estructurales orientadas (104) que están sustancialmente alineadas a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L) de manera que estén orientadas dentro de +/- 10° de la dirección longitudinal de la varilla (L), teniendo las fibras estructurales orientadas (104) una longitud (d), a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L), menor que la longitud (D) del tubo alargado para formar fibras estructurales discontinuas (104) orientadas en serie a lo largo del tubo alargado;

65

donde, en los pasos b) y d), cada capa fibrosa (102, 103) es enrollada respectivamente helicoidalmente alrededor de la dirección de enrollamiento (W) de modo que en cada capa fibrosa (102, 103) las fibras estructurales (104) de cada enrollamiento helicoidal (106) se solapan al menos parcialmente con las fibras estructurales (104) de un enrollamiento helicoidal longitudinalmente adyacente (106'), y, en los pasos b) y d), el respectivo enrollamiento helicoidal (106, 106') tiene una anchura, ortogonal a una dirección helicoidal (H, H'), de 10 a 140 mm; y

e) calentar y/o presurizar el tubo alargado para formar una varilla tubular alargada (100) que se extiende a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L) compuesta de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra.

10. El método según la reivindicación 9, donde, en los pasos b) y d), cada capa fibrosa (102, 103) es enrollada respectivamente helicoidalmente alrededor de la dirección de enrollamiento (W) de modo que, en cada capa fibrosa (102, 103), las fibras estructurales (104) de cada enrollamiento helicoidal (106) se solapan al menos parcialmente con de 5 a 90% de la longitud (d) de las fibras estructurales (104) del enrollamiento helicoidal longitudinalmente adyacente (106'), y de modo que, en cada capa fibrosa (102, 103), el grado de solapamiento entre las fibras estructurales (104) de cada enrollamiento helicoidal (106, 106') varía, aumentando opcionalmente de forma sustancialmente continua o aumentando de forma sustancialmente lineal, a lo largo de la longitud (D) de la varilla (100).

11. El método según la reivindicación 9 o la reivindicación 10, donde, en los pasos b) y d), el respectivo enrollamiento helicoidal (106, 106') tiene una anchura, ortogonal a la dirección helicoidal (H, H'), de 15 a 50 mm, opcionalmente de 25 a 35 mm, más opcionalmente de aproximadamente 30 mm.

12. El método según alguna de las reivindicaciones 9 a 11, donde, en los pasos b) y d), la anchura del respectivo enrollamiento helicoidal (106, 106'), ortogonal a la dirección helicoidal (H, H'), varía, aumentando opcionalmente de forma sustancialmente continua o aumentando de forma sustancialmente lineal, a lo largo de la longitud (D) de la varilla (100).

13. El método según alguna de las reivindicaciones 9 a 12, donde el paso e) se lleva a cabo de modo que la varilla tubular alargada (100) formada en el paso e) tenga una superficie sustancialmente cónica alargada externa (108) y una superficie sustancialmente cónica alargada interna (110), incluyendo opcionalmente cada superficie sustancialmente cónica (108, 110) una serie de cónicas contiguas,

opcionalmente donde la superficie sustancialmente cónica alargada externa (108) y la superficie sustancialmente cónica alargada interna (110) están inclinadas en diferentes ángulos de inclinación respectivos (β , δ) con relación a la dirección longitudinal de la varilla (L),

donde también opcionalmente el ángulo de inclinación (β) de la superficie sustancialmente cónica alargada externa (108) es menor que el ángulo de inclinación (δ) de la superficie sustancialmente cónica alargada interna (110), siendo cada ángulo de inclinación (β , δ) con relación a la dirección longitudinal de la varilla (L), por lo que el grosor de pared (t) de la varilla tubular alargada (100) disminuye en combinación con el aumento del diámetro de la superficie cónica alargada externa (108) a lo largo de la longitud (D) de la varilla tubular alargada (100),

donde también opcionalmente el grosor de pared (T) de la varilla tubular alargada (100) disminuye sustancialmente de forma continua con el aumento del diámetro de la superficie cónica alargada externa (108) a lo largo de la longitud (D) de la varilla tubular alargada (100), donde también opcionalmente el grosor de pared (T) de la varilla tubular alargada (100) disminuye de forma sustancialmente lineal con el aumento del diámetro de la superficie cónica alargada externa (108) a lo largo de la longitud (D) de la varilla tubular alargada (100).

14. El método según alguna de las reivindicaciones 9 a 13, donde, en los pasos b) y d), las fibras estructurales (104) están alineadas de forma discontinua a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L) a lo largo de sustancialmente toda la longitud (D) de la varilla tubular alargada (100) y todas las fibras estructurales (104) en la varilla tubular alargada (100) que están alineadas a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L) son fibras discontinuas cada una de las cuales se extiende respectivamente a lo largo de solamente una porción (d) de la varilla tubular alargada (100), opcionalmente donde, en los pasos b) y d), las fibras estructurales (104) que están alineadas a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L) tienen una longitud (d), a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L), de 20 a 100 mm.

15. El método según alguna de las reivindicaciones 9 a 14, donde, en los pasos b) y d), cada una de al menos dos de las capas fibrosas (102, 103) respectivamente incluye además múltiples fibras estructurales helicoidales (204) que están enrolladas helicoidalmente alrededor de la dirección longitudinal de la varilla (L), teniendo las fibras estructurales helicoidales (204) una longitud en la dirección longitudinal de la varilla (L) menor que la longitud (D) de la varilla tubular alargada (100) para formar fibras estructurales helicoidales discontinuas (204) orientadas en serie a lo largo de la varilla tubular alargada (100),

opcionalmente

5 (i) donde, en los pasos b) y d), al menos dos de las capas fibrosas (102, 103), incluyendo cada una respectivos prepregs, incluyen respectivamente capas adyacentes primera y segunda (206, 208), incluyendo la primera capa (206) las fibras estructurales orientadas de forma sustancialmente longitudinal (104) de la respectiva capa fibrosa (102, 103) e incluyendo la segunda capa (208) las fibras estructurales helicoidales (204) de la respectiva capa fibrosa (102, 103), donde también opcionalmente, en los pasos b) y d), cada una de al menos dos de las capas fibrosas (102, 103) incluye respectivamente una cinta de prepeg enrollada helicoidalmente (207) incluyendo las capas adyacentes primera y segunda (206, 208),

10 y/o

15 (ii) donde los pasos b) y d) se realizan de modo que la pared alargada tubular multilaminar incluye de 40 a 80% en peso de las fibras estructurales orientadas sustancialmente longitudinalmente (104) y de 20 a 60% en peso de las fibras estructurales helicoidales (204), estando enrolladas helicoidalmente opcionalmente las fibras estructurales helicoidales (204) alrededor de la dirección longitudinal de la varilla (L) en un ángulo de +/-45 grados a la dirección longitudinal de la varilla (L), siendo cada % en peso en base al peso total de las fibras estructurales (104, 204).

20 16. El artículo deportivo según alguna de las reivindicaciones 1 a 8 o el método según alguna de las reivindicaciones 9 a 15, donde las fibras estructurales orientadas (104) están sustancialmente alineadas a lo largo de la dirección longitudinal de la varilla (L) de manera que estén orientadas dentro de +/- 5°, opcionalmente +/- 2°, de la dirección longitudinal de la varilla (L).

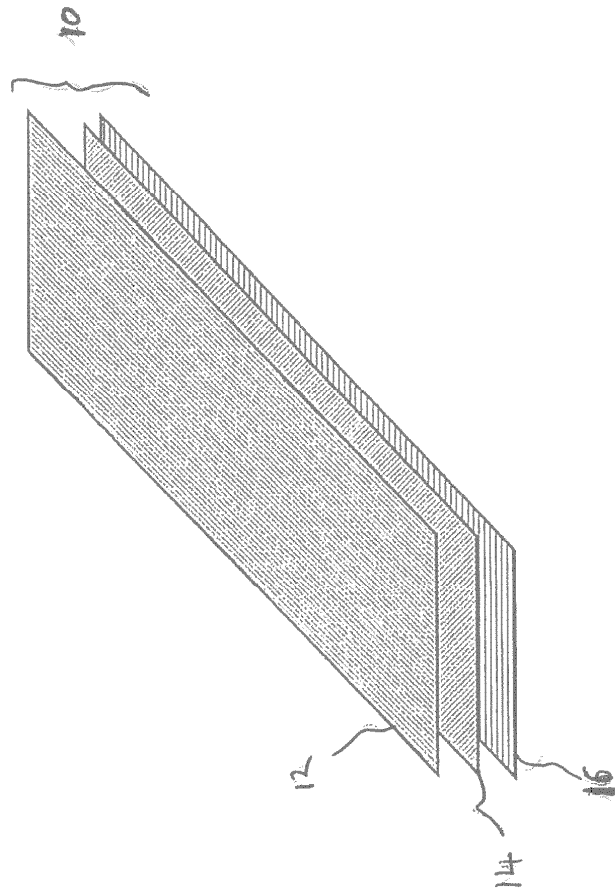


FIG. A

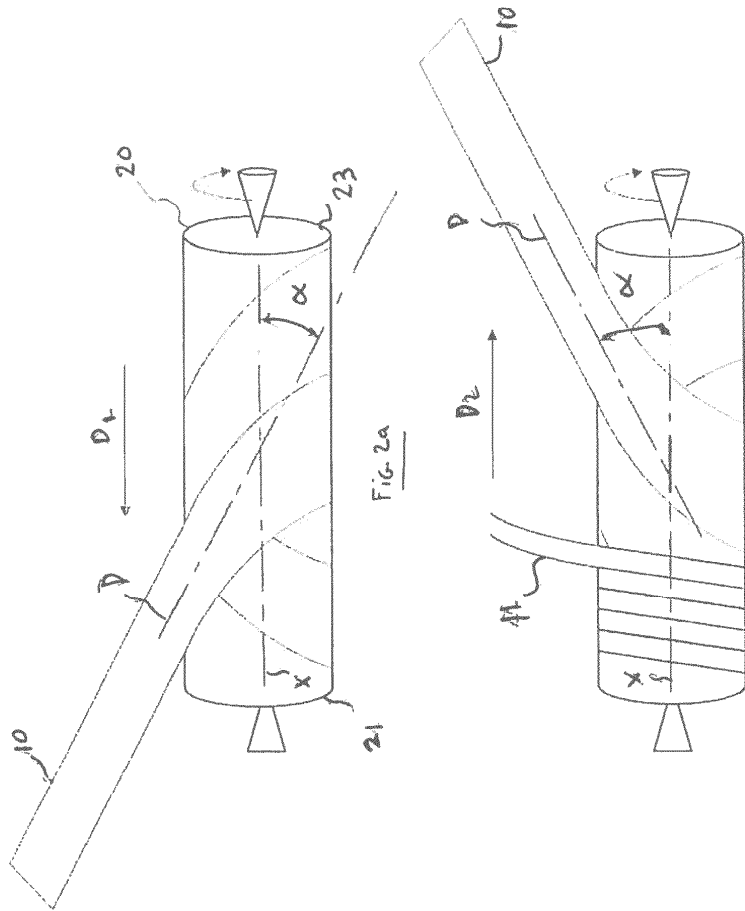


FIG. 2a

FIG. 2b

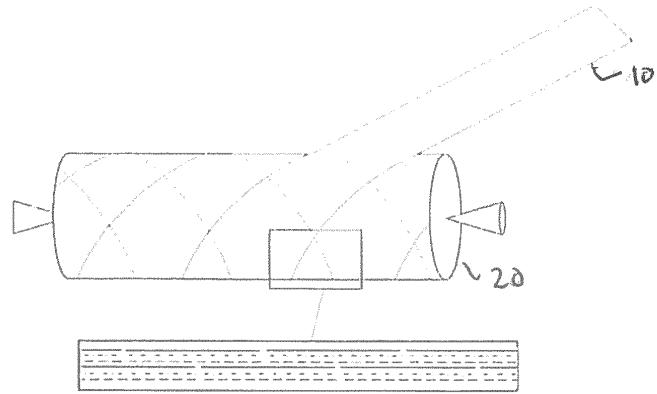


Fig. 3a

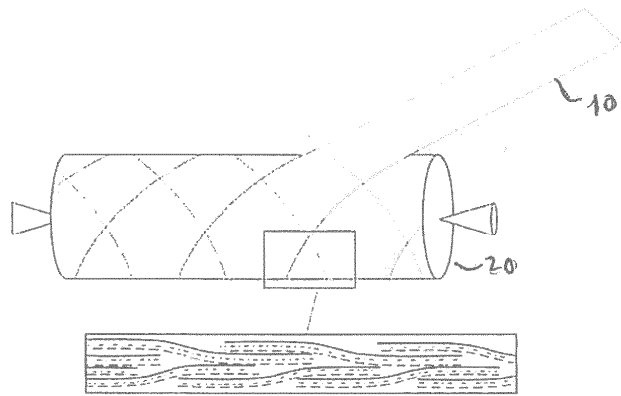


Fig. 3b

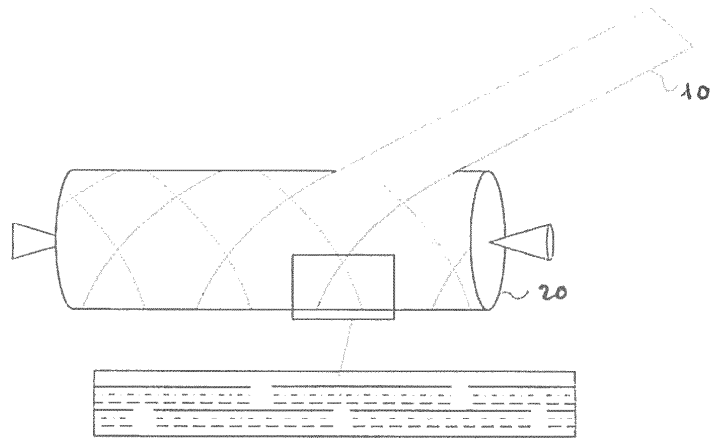
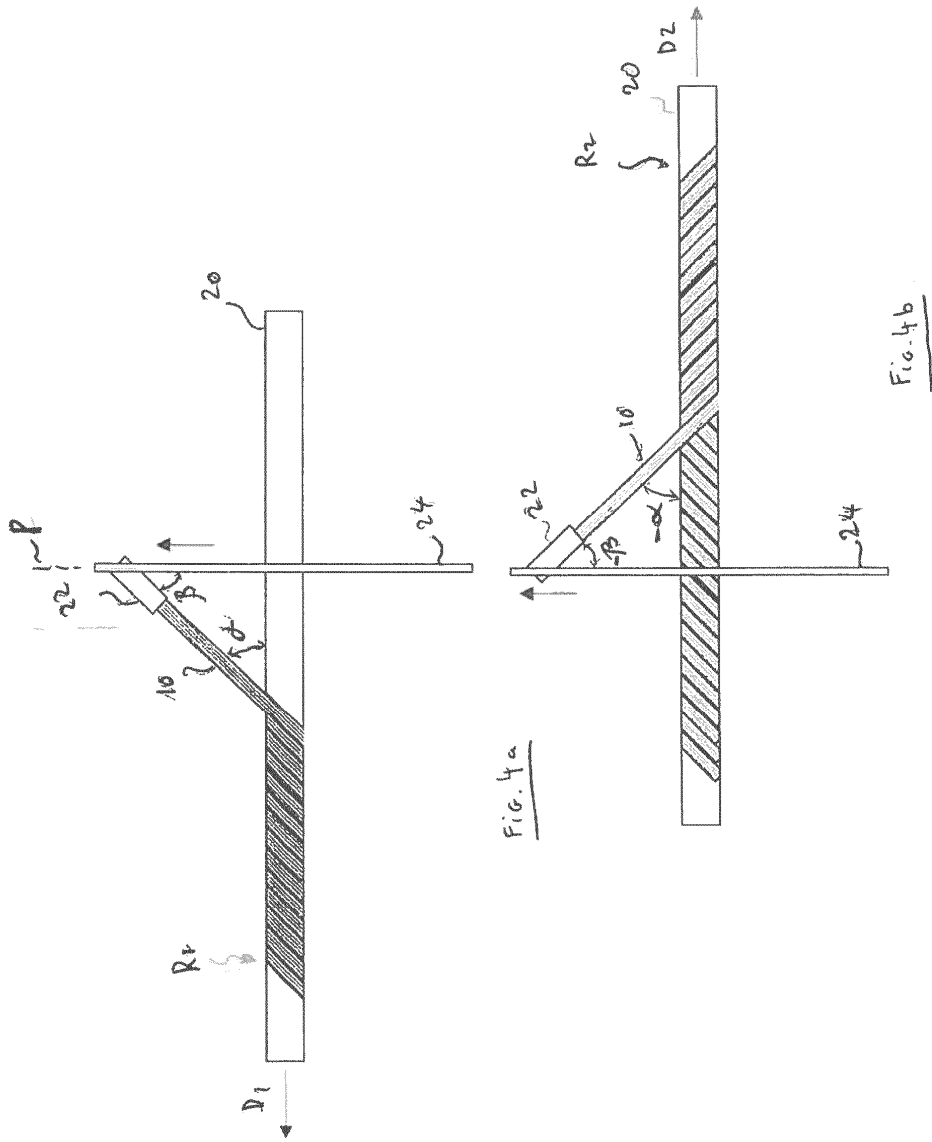


Fig. 3c



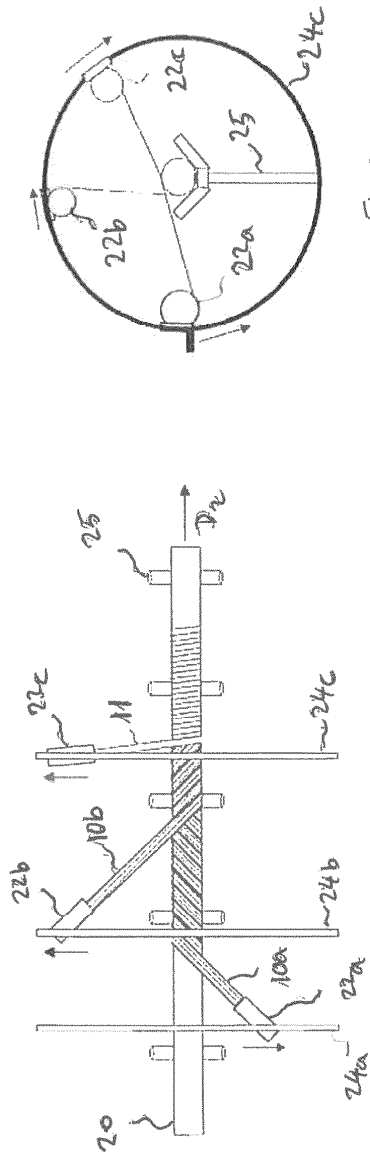


Fig. 5b

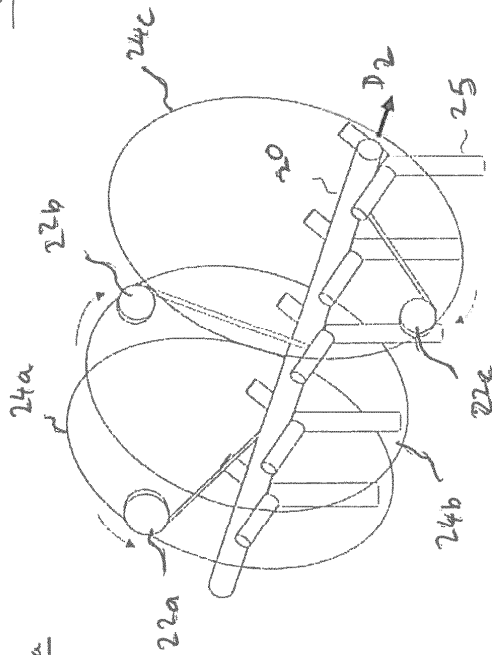


Fig. 5c

Fig. 5a

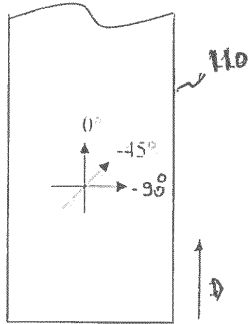


Fig. 6b

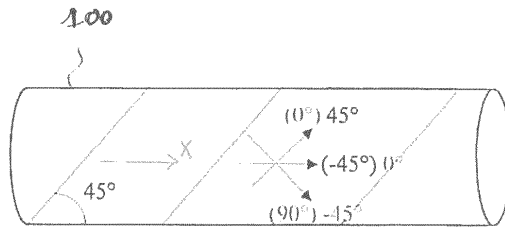


Fig. 6a

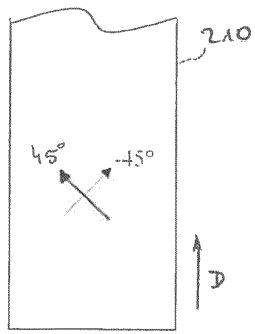


Fig. 7b

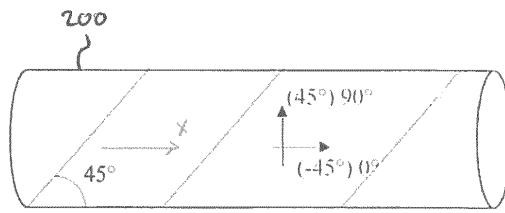


Fig. 7a

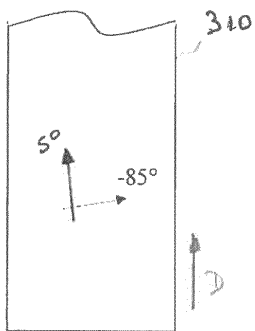


Fig. 8b

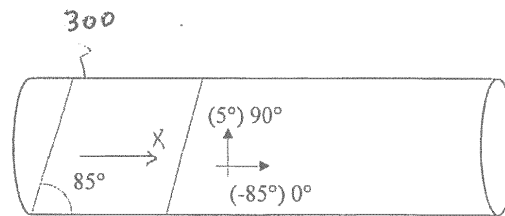


Fig. 8a

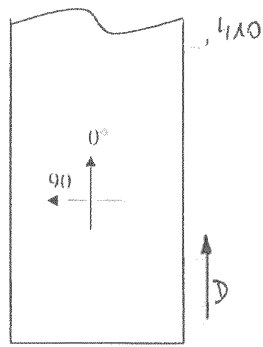


Fig. 9b

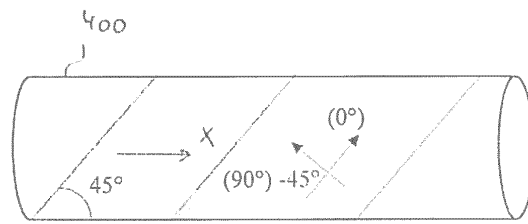
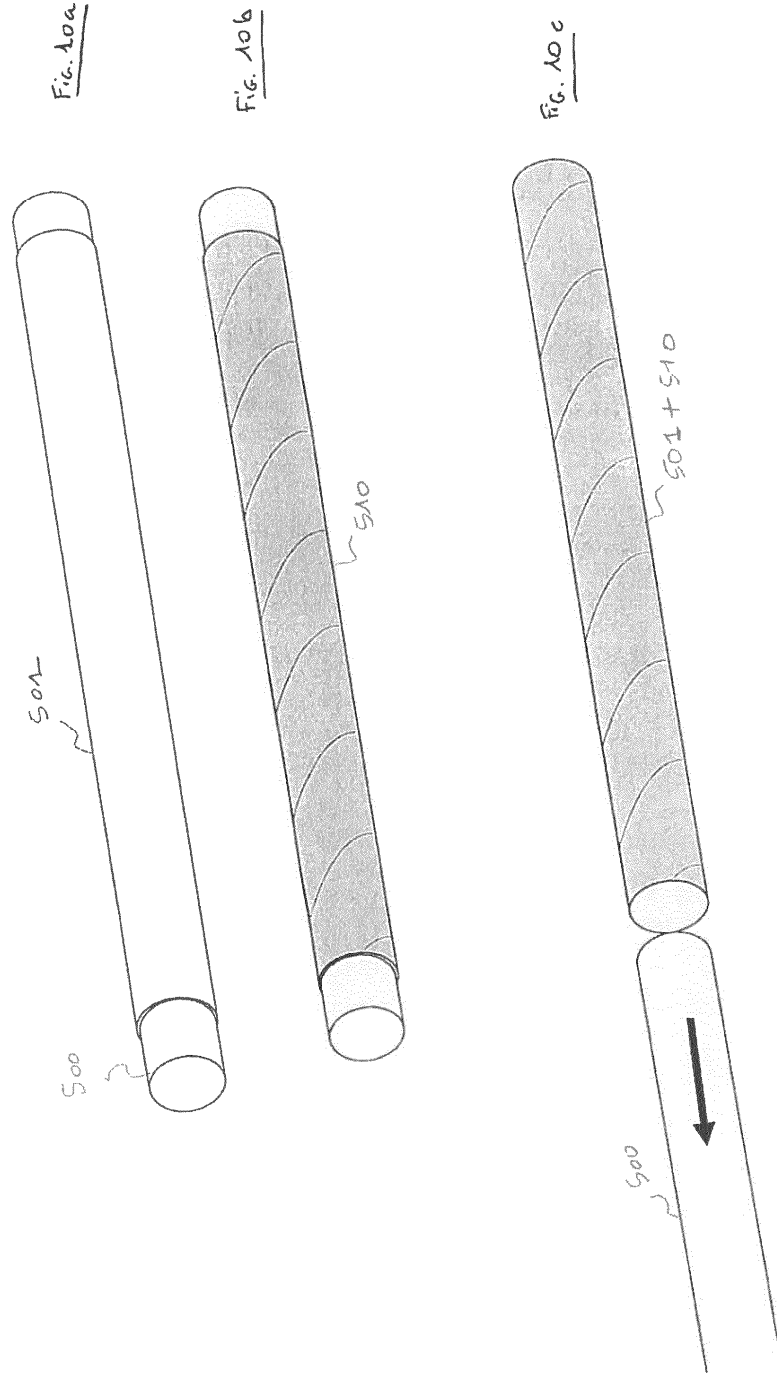


Fig. 9a



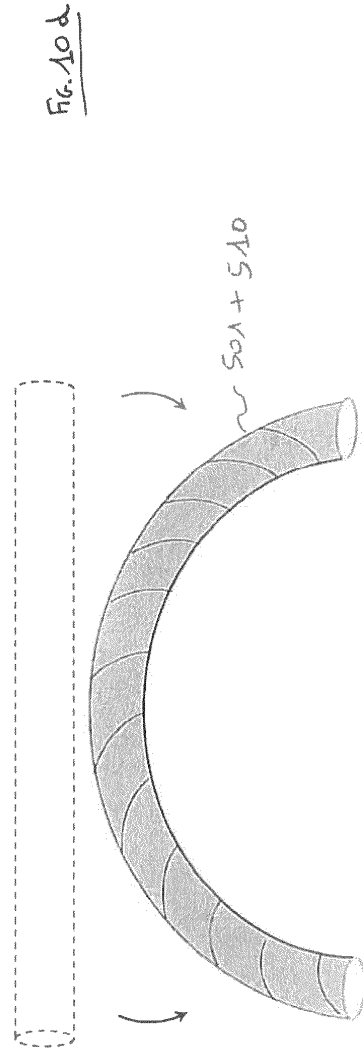


Fig. 11

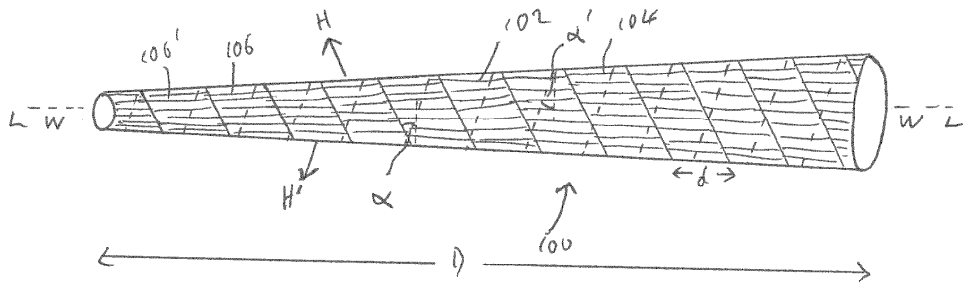


Fig. 12

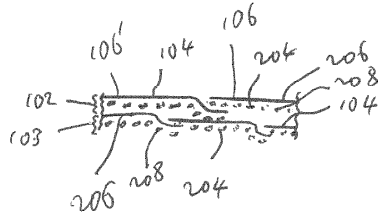


Fig. 13

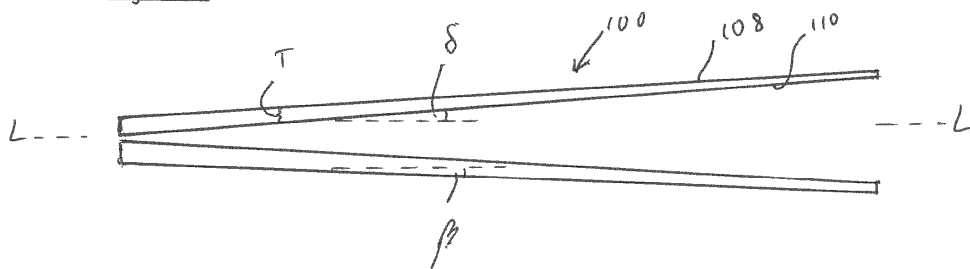


Fig. 14

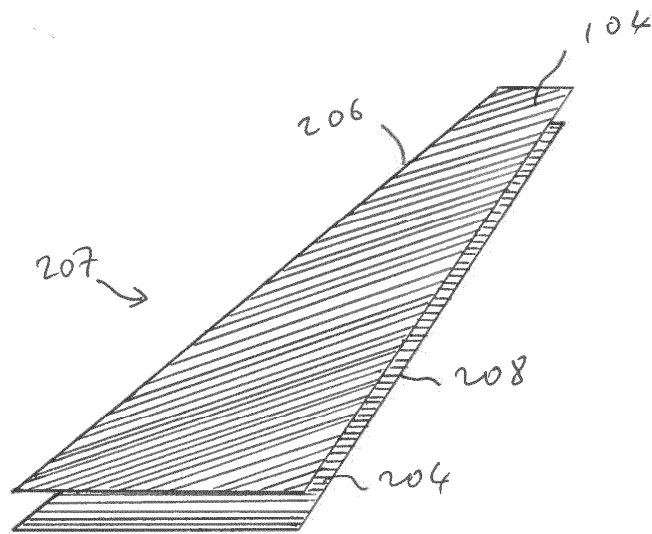


Fig. 15

